

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Неразрушающего контроля и безопасности.
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
Отделение ООП Электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология сборки и сварки двух листов из стали 08X18H10T

УДК 621.757: 621.791: 669.14-41

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-1В31	Тебеньков Н.Н.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселёв А.С.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Спицын В.В.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Хайдарова А.А.	к.т.н., доцент		

Томск – 2018 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа ИНК.

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение (ОТСП)

Отделение школы (НОЦ) ЭИ

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____Хайдарова А.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3–1В31	Тебеньков Николай Николаевич

Тема работы:

Технология сборки и сварки двух пластин из стали 08X18H10T	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.04.2018, № 2345/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Разработка технологии сборки и сварки листов из стали марки 08X18H10T с геометрическими размерами 2000x1000x4.</p>
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; заключение по работе).</i></p>	<p>1 Описание конструкции</p> <p>1.1 Назначение и условия работы листовых конструкций</p> <p>2 Изготовление деталей конструкции</p> <p>2.1 Материал сварной конструкции</p> <p>2.2 Свариваемость стали</p> <p>3 Изготовление деталей конструкции</p> <p>3.1 Заготовительные операции</p> <p>3.2 Выбор способа сварки</p> <p>3.3 Выбор сварочных материалов</p> <p>3.4 Выбор сварочного оборудования</p> <p>4 Расчет параметров режима сварки</p> <p>5 Порядок сборки и сварки</p> <p>6 Обеспечение качества выпускаемой продукции</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1 План участка для сборки и сварки</p> <p>2 Стенд для сварки продольных швов</p> <p>3 Стыковое соединение листов</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Основная часть</p>	<p>Киселёв Алексей Сергеевич</p>
<p>Ресурсоэффективность и финансовый менеджмент</p>	<p>Спицын Владислав Владимирович</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Мезенцева Ирина Леонидовна</p>
<p></p>	<p></p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>				
<p>Задание выдал руководитель:</p>				
<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент</p>	<p>Киселёв А.С</p>	<p>к.т.н. доцент</p>		
<p>Задание принял к исполнению студент:</p>				
<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>		<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>3–1В31</p>	<p>Тебеньков Н.Н.</p>			

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 71 лист, 2 рисунка, 22 таблицы, 12 литературных источников, 6 листов технической документации, 3 листа графического материала .

Ключевые слова: листовые конструкции, сварка тонколистового металла в среде защитных газов, технологический процесс, приспособление для сборки и сварки.

Объектом исследования является процесс сборки и сварки листов из аустеннитной стали.

Целью работы является, разработка технологии сборки и сварки двух листов из стали марки 08X18H10T.

Разработанная технология может применяться в пищевой, химической, нефтяной, топливно-энергетической отрасли.

Проведен экономический анализ, который подтвердил целесообразность реализации проекта.

Проведен анализ вредных и опасных ситуаций на производстве. Предложены мероприятия по их предотвращению.

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и графическом редакторе «КОМПАС–3DV17».

Диск CD-R с графическими и технологическими материалами на обороте обложки.

Abstract

Graduation qualification work 71 p., 2 fig., 22 table, 12 sources, 6 sheets of technical documentation, 3 sheets of graphic material

Keywords: sheet metal constructions, welding of sheet metal, welding with shielding gas, technological process, device for assembling and welding.

The object of research is the process of assembling and welding sheets made of austenitic steel.

The purpose of the work is to develop a technology for assembling and welding two sheets of steel grade 08Cr18Ni10Ti.

The developed technology is can be used in the food, chemical, oil, fuel and energy industries.

The economic analysis confirmed the advisability of the project.

In addition, an analysis of harmful and hazardous factors in production was carried out. Proposed measures for the prevention and elimination of emergencies in the event of occurrence.

Graduation qualification work of the bachelor carried out in the text editor Microsoft Word 2016 and the graphic editor "KOMPAS-3DV17".

CD-R disk with graphic material in the envelope on the back cover.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Нормативные ссылки	8
Определения	9
Введение	10
1 Описание конструкции	11
1.1 Назначение и условия работы листовых конструкций	11
2 Характеристика изготавливаемой конструкции	12
2.1 Материал сварной конструкции	12
2.2 Свариваемость стали 08X18H10T	13
3 Изготовление деталей конструкции	16
3.1 Заготовительные операции	16
3.2 Выбор способа сварки	17
3.3 Выбор сварочных материалов	18
3.4 Выбор сварочного оборудования	19
4 Расчет параметров режима сварки	21
5 Порядок сборки и сварки	28
6 Обеспечение качества выпускаемой продукции	34
7. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	36
7.1. Потенциальные потребители результатов исследования	37
7.2. Анализ конкурентных технических решений	38
7.3 Технология QuaD	40
7.4. SWOT-анализ	41
8. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	46
9 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика	47

10 Социальная ответственность	50
10.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении разработки в производство	51
10.2 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция	55
10.3 Защита от поражения электрическим током	57
10.4 Производственный шум.	59
11 Экологическая безопасность.	63
12 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	64
13 Правовые организационные вопросы обеспечения безопасности.	67
Заключение	69
Список литературы	70

Комплект технологических документов	на отдельных листах
Графические материалы	на отдельных листах

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

СТП ТПУ 2.5.01–2014 Положение о выпускных квалификационных работах бакалавра, специалиста и магистра в Томском политехническом университете.

ГОСТ 7.32–2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ Р 1.5–2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 14771–76 Швы сварных соединений. Электродуговая сварка в защитных газах.

ГОСТ 10157–2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия.

ГОСТ 2246-70 Проволока сварочная стальная. Технические условия.

ГОСТ 12.0.002–2014 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.

ГОСТ 12.1.003–2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.004 – 91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность.

ГОСТ 17.2.3.02–2014 Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями.

СТО 00220368-013-2009 Сварка сосудов, аппаратов и трубопроводов из высоколегированных сталей.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Полуавтоматическая дуговая сварка – механизированная сварка, при которой подача сварочной проволоки осуществляется автоматически, а установка, корректировка параметров режимов сварки и перемещение сварочной горелки осуществляется сварщиком.

Сварное соединение – неразъёмное соединение, выполненное сваркой.

Выпуклость сварного шва – отклонение от плоскости, определяемое расстоянием между основным металлом и поверхностью сварного шва, измеренным в месте наибольшего отклонения.

Зазор – кратчайшее расстояние между кромками собранных для сварки деталей.

Сварочная ванна – часть металла свариваемого шва, находящаяся при сварке плавлением в жидком состоянии.

Стыковое соединение – тип соединения при котором детали лежат в одной плоскости и примыкают друг к другу торцовыми поверхностями.

Легированная сталь – это железоуглеродистый сплав, в состав которого кроме рядовых компонентов введены специальные примеси для изменения основных физических или механических свойств готового продукта металлургии. Вводимые в сплав элементы называют легирующими.

Введение

Для успешного развития сварочного производства необходимо создание совершенного сварочного оборудования, основанного на применении автоматических и поточных линий высокопроизводительных сварочных машин и оборудования. Основным сварочным процессом в промышленности является дуговая сварка. Преимущества полуавтоматической сварки перед ручной следующие: высокая производительность; высокое качество сварочных соединений; экономия электродного металла; экономия электроэнергии. Полуавтоматическая сварка применима при наложении длинных прямых и кольцевых швов.

Современное машиностроение, особенно его специальные отрасли, предъявляют высокие требования к используемым материалам и сплавам. Технология сварки должна обеспечивать сохранение геометрических форм и размеров конструкции и основных свойств материала [2].

Применение на сборочно-сварочном участке механизированного сварочного оборудования, а также приспособлений и стендов для выполнения сборки увеличивает производительность труда и качество продукции.

Среди конструкционных материалов особое место занимают сплавы, обладающие высокой холодостойкостью, жаропрочностью, коррозионной стойкостью и жаростойкостью [4]. Эти материалы применяются в химическом, нефтяном, энергетическом машиностроении и ряде других отраслей. Сплавы можно использовать при изготовлении конструкций, которые должны работать в широком температурном диапазоне: от отрицательных до положительных.

Целью данной работы является разработка технологии сборки и сварки листов из стали марки 08X18H10T с геометрическими размерами 2000x1000x4 мм.

1 Описание конструкции

1.1 Назначение и условия работы листовых конструкций

Листовые конструкции довольно широко применяются во многих отраслях производства и составляют по весу около 35% всех металлоконструкций, по статистике изготавливаемых в России [2].

От типа и размеров конструкций из листовых материалов зависят их стоимость строительства и эксплуатационные качества, а это во многом определяет расход металла и других материалов, электроэнергии, топлива, затраты труда, транспортные расходы, перевозка, монтаж конструкций и так далее. Экономить металл, обеспечивать технологичность при изготовлении, ускорять монтаж и улучшать эксплуатационные качества листовых конструкций на сегодняшний день являются основой для их рационального проектирования.

Уменьшение трудоемкости изготовления конструкций из листового металла можно достичь при помощи создания специализированных цехов по изготовлению металлических листовых конструкций, оснащенных высокопроизводительным оборудованием и современными средствами контроля сварных швов.

В данной работе используется листовая конструкция состоящая из двух листов, которые необходимо сварить согласно ФЮРА.02612.006.

2 Характеристика изготавливаемой конструкции

2.1 Материал сварной конструкции

Согласно заданию по теме выпускной квалификационной работы, применяется листовая сталь марки 08X18H10T, которая относится к аустенитному классу.

Выбор материала является основной задачей проектирования, так как материал значительно влияет на массу конструкции, на ее эксплуатационные качества и экономичность изготовления. Стабильность его свойств, это важный параметр качества материала, малый интервал в разбросе показателей его механических характеристик также является важным параметром. При выборе материала необходимо также учитывать свариваемость, величину первоначальных затрат на материал, проведение сварочных работ, технологическую обработку [4].

Сталь 08X18H10T применяют в сварных конструкциях, работающих в контакте со средами окислительного характера - это резервуары, цистерны, технологическое оборудование [2].

Химический состав данной стали представлен в таблице 1, а механические свойства приведены в таблице 2.

Таблица 1- Химический состав стали 08X18H10T, в % [4].

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu
До 0.08	До 0.08	2.0	9.5- 10.5	до 0.025	до 0.035	17 - 19	0.6 - 0.8	до 0.3

Таблица 2- Механические свойства стали 08X18H10T [4].

Марка стали	Временное сопротивление $\sigma_{B,H/мм}^2$	Предел текучести $\sigma_{T,H/мм}^2$	Относительное удлинение $\delta, \%$
	Не менее		
08X18H10T	510	205	43

Стали аустенитного класса имеют теплопроводность в 4 раза ниже, а коэффициент линейного расширения в 1,5 раза выше, чем у низкоуглеродистых сталей. При выполнении сварки это приводит к тому что в результате неравномерного нагрева, увеличиваются деформации и остаточные напряжения.

Стали аустенитного класса обладают высоким электрическим сопротивлением, что способствует сильному нагреву электрода при ручной дуговой сварке, и сварочной проволоки при сварке механизированным способом в среде защитных газов [5].

2.2 Свариваемость стали 08X18H10T

Свариваемость — это такое свойство металлов или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия [5]. При этом различают физическую и технологическую свариваемость:

– физическая свариваемость – это такое свойство металлов, когда образуется монолитное соединение сварного шва с химической связью. Практически все технические сплавы и чистые металлы обладают такой свариваемостью, а также ряд сочетаний неметаллов с металлами;

– технологическая свариваемость это возможность получения сварного соединения определенным способом сварки, применяя технологическую последовательность.

Кроме показателей свариваемости, есть показатели, от которых может зависеть качество сварного соединения. Это величина собственных напряжений, величина деформаций и коробления материалов и изделий при сварке [4].

Особенностью сварки листов из аустенитной стали является то, что она склонна к образованию в шве и в зоне около шва горячих трещин, которые имеют межкристаллитный характер. Подобные горячие трещины также могут возникнуть во время термической обработки, при повышенных температурах в процессе сварки. Появление горячих трещин можно объяснить только тем, что при сварке формируется крупнозернистая структура [1].

Металлургические факторы, которые повышают сопротивляемость металла шва образованию горячих трещин во время сварки аустенитных сталей:

- наличие двухфазной структуры в области высокой температуры при кристаллизации металла, когда выделяется первичный феррит и происходит дисперсия частиц в тугоплавкой фазе;

- снижение содержания примесей, которые могут образовывать легкоплавкие фазы, для того, чтобы сузить эффективный интервал кристаллизации.

Для таких сталей необходимо по диаграмме Шеффлера (рисунок 1) определить процент содержания ферритной фазы. Сколько будет ферритной фазы в расплавленном металле после того, как его охладили зависит от состава металла и скорости, с какой это металл охлаждался в области высоких и в области средних температур. Приблизительно концентрацию феррита в аустенитно-ферритном металле можно определить по диаграмме Шеффлера,

составленная по данным проведённых опытов применительно к величине скорости охлаждения, которая характерна для дуговой сварки [1].

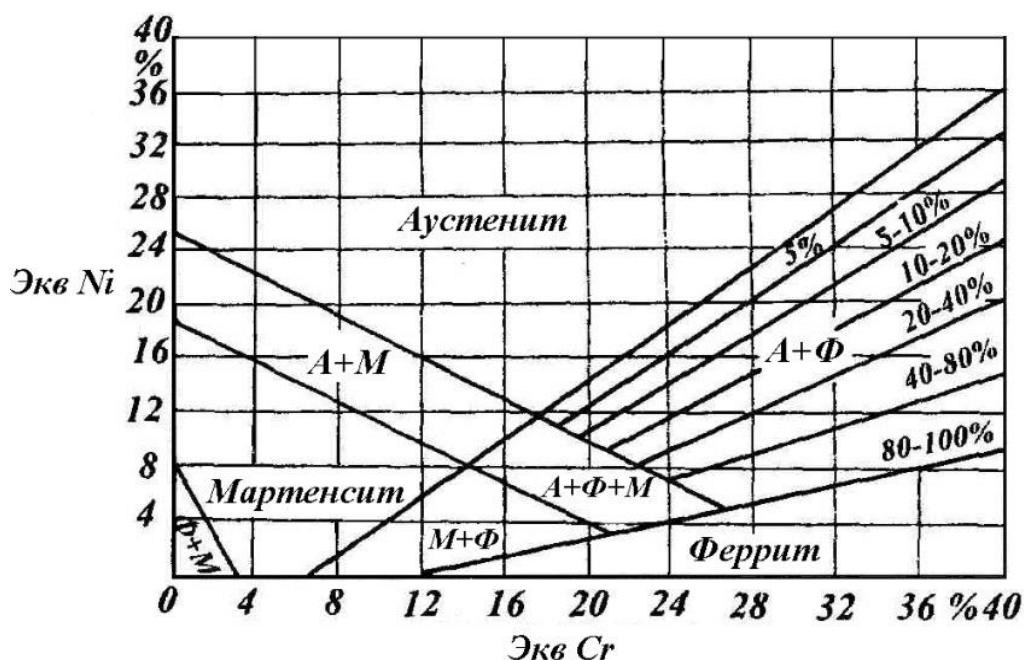


Рисунок 1. Диаграмма Шеффлера

Рекомендуется чтобы ферритная фаза в наплавленном металле составляла от 2 до 6 процентов. Для сталей жаропрочных и жаростойких, у которых малый запас аустенитности, а содержание никеля менее 15 процентов, появление горячих трещин можно предупредить при помощи получения аустенитно-ферритной структуры от 3 до 5 процентов феррита [4]. Если феррита будет больше 5 процентов, то тогда сварочные швы при высоких температурах будут хрупкими [4].

По диаграмме для 08X18N10T содержание феррита в наплавленном металле составляет 5%.

3 Изготовление деталей конструкции

3.1 Заготовительные операции

Важным этапом технического процесса изготовления конструкции является заготовительные операции. К заготовительным операциям относятся правка, разметка, резка, гибка.

Технологический процесс изготовления деталей из листового проката включает в себя следующие операции: разметку металла, резку, правку, очистку, обработку кромок [3].

Правку обычно проводят в холодном или нагретом состоянии, выбор правки зависит от имеющихся дефектов и размеров материала.

Во время разметки на металл наносится контур детали в натуральную величину. Разметку можно наносить на металл при помощи специального инструмента: линеек, чертилок, металлических рулеток, молотков, угольников, маркеров.

Резать металл необходимо для производства заготовок. Заготовки в зависимости от толщины металла, химического состава и физических свойств, вырезать можно различными способами: термическим, механическим и другими способами.

Очищать аустенитную листовую сталь от загрязнений, можно при помощи ручного инструмента, при помощи механических щёток, и химическим способом [4].

При помощи этих методов обработки заготовок, можно получить детали, у которых создана требуемая конфигурация и форма с конструктивными размерами нужной точности. Выше приведенные способы обработки заготовок позволят деталям выполнять свое назначение на заданный технологический процесс сварки листов, при условии соблюдения всех технических условий, указанных в проектных и нормативных документах.

3.2 Выбор способа сварки

Существует множество способов сварки, применяемых при изготовлении конструкций.

Основным сварочным процессом в промышленности является дуговая сварка. Сварку производят автоматически, полуавтоматически и вручную [4].

Механизированная сварка в среде защитных газов имеет ряд преимуществ перед ручной: высокая производительность, высокое качество соединений, экономия электродного металла, экономия электроэнергии. Механизированная сварка в среде защитных газов применима при наложении длинных прямых и кольцевых швов.

Полуавтоматическая сварка в среде аргона, по сравнению с другими видами сварки в защитном газе, имеет ряд преимуществ: обладает высоким качеством сварного соединения, сварку можно производить в любых пространственных положениях сварного шва, можно визуально наблюдать за образованием шва, не надо засыпать и удалять флюс и шлак. Аргон в процессе сварочных работ для полуавтоматической сварки в среде защитных газов применяем высшего сорта. Особенность аргона в том, что он является инертным газом, то есть он не вступает в химическое взаимодействие с расплавленным металлом в процессе сварки. Кроме того, он защищает сварной шов от окисления. Особенно большое значение это имеет при сварке аустенитных сталей. Основными окислителями в воздухе являются азот и кислород. Аргон, в свою очередь, вытесняет эти газы из сварочной зоны, в результате чего снижается образование пор в свариваемом металле и получается более прочный и качественный сварной шов.

Ручная дуговая сварка покрытыми электродами, в сравнении с автоматической и полуавтоматической, дешевле. Её используют преимущественно для сварки в труднодоступных местах, сварки швов небольшой протяжённости.

Из вышеперечисленного, для качественного выполнения сварки листов из аустенитной стали, наиболее целесообразным представляется применение механизированной сварки плавящимся электродом в среде аргона по ряду причин:

- во-первых, обеспечиваются геометрические размеры шва;
- во-вторых, обеспечивается достаточная глубина проплавления;
- в-третьих, обеспечивается высокая производительность сварки.

3.3 Выбор сварочных материалов

Для того, чтобы получить свойства, при которых конструкции были бы надежным в эксплуатации, необходимо правильно выбрать сварочные материалы. К сварочным материалам относятся защитный газ и сварочная проволока. Руководствуясь многолетним опытом сварки разных металлов были разработаны стандарты на стальную проволоку для сварки: по ГОСТ 2246-70 «Проволока сварочная стальная».

В соответствии с рекомендациями анализ сварочных проволок показал, что наиболее оптимально подходит для выполнения сварных соединений проволока сварочная марки Св-06Х19Н9Т диаметром 1,6 миллиметра. Химический состав сварочной проволоки Св-06Х19Н9Т приведен в таблице 3.

Таблица 3-Химический состав сварочной проволоки Св-06Х19Н9Т [4].

С, %	Cr, %	S, %	Ni, %	Mg, %	Si, %	P, %	Ti, %
<0,08	18-20	<0,015	8-10	1-2	0,4-1,0	0,030	0,5-1,0

В качестве защитного газа используем аргон по ГОСТ10157-79, химический состав газа приведен в таблице 4

Таблица 4-Химический состав аргона по ГОСТ 10157 -79 [4].

Ar, %, не менее	O ₂ , %, не более	N ₂ , %, не более	CO ₂ , %, не более	Содержание водяных паров, %, не более	Температура насыщения, К, не более
99,992	0,0007	0,006	0,0005	0,01	215

3.4 Выбор сварочного оборудования

Для выполнения данной работы выбран полуавтомат на основе инверторных преобразователей мощности. Основные технические характеристики представлены в таблице 5.

FastMigSynergic производства Kemppi (Финляндия) – это модульный сварочный полуавтомат, предназначенный для высококвалифицированных специалистов сварочного производства. Отличительной особенностью полуавтомата является: стабильное зажигание дуги, автоматический конечный импульс, функция заварки корня шва. Электронное управление динамикой дуги, обеспечивает оптимальность и стабильность ведения процесса сваривания. Скорость подачи сварочной проволоки и напряжение регулируются бесступенчато, что позволит сварщику подобрать необходимый режим для качественного выполнения сварного соединения листов. Полуавтомат оснащен двухроликовым подающим механизмом, обеспечивающим плавный ход сварочной проволоки.

Полуавтомат состоит из модуля источника питания и модуля подающего механизма. Модели этой серии потребляют на 10% меньше энергии, чем традиционные источники питания с той же мощностью. Устройство подачи проволоки MF 29 предназначено подачи проволоки в зону сварочной ванны. Корпуса модулей изготовлены из высококачественных материалов и отличается прочностью и

эргономичностью исполнения, а надежный проволокоподающий механизм обеспечивает плавную и непрерывную подачу сварочной проволоки.

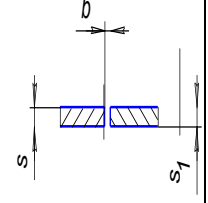
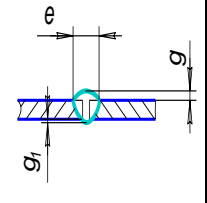
Таблица 5-Основные технические характеристики полуавтомата FastMigSynergic KMS 300

Параметр	Значение
Мощность при максимальной нагрузке, кВА	13,9
Напряжение холостого хода MIG, В	65
Коэффициент мощности	0,9
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	1,2-17
Вместимость сварочной кассеты, кг	15
Диаметр проволоки, мм	0,8-2,0
Количество роликов, шт	2
КПД	0,87
Ток при ПВ 100% (MIG / MAG), А	300
Габаритные размеры, мм	590 x 230 x 430
Масса, кг	34

4 Расчет параметров режима сварки

При сварке листов из аустенитной стали толщиной 4 мм. механизированным способом в среде защитных газов в соответствии с ГОСТ 14771-76 установлены следующие размеры подготовки кромок под сварку и размеры сварного шва. Конструктивные размеры представлены в таблице 6.

Таблица 6- Размеры подготовки кромок и размеры сварного шва

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	b		e	g		g ₁	
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		Номинал.	Пред.		Номинал.	Пред.	Номинал.	Пред.
C2			4	0	+1,5	8	1,5	+1,0 -1,0	1,5	+1,0 -1,0

Расчет основных параметров режима сварки.

Диаметр электродной проволоки выбираем равным 1,6 мм. согласно рекомендации [2]. Расчёт будем вести согласно методике, предложенной в [5].

Сварочный ток определим по формуле:

$$I_{св} = \frac{H \cdot 100}{k_h}, \quad (1)$$

где, H– необходимая глубина провара; при односторонней однопроводной сварке принимаем H=S, S- толщина листов;

k_h —коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий сварки. Согласно рекомендации, для диаметра проволоки равного $d_3=1,6$ мм, этот коэффициент равен: $k_h=1,75$.

Таким образом:

$$I_{св} = \frac{4 \cdot 100}{1,75} = 228 \text{ А.}$$

Ток сварки принимаем равным:

$$I_{св}=230 \text{ А.}$$

Для принятой силы тока и диаметра проволоки определим напряжение дуги:

$$U_{\partial} = 20 + \frac{(50 \cdot 10^{-3})}{d_3^{0,5} \cdot I_{св}} \pm 1, \quad (2)$$

$$\text{Таким образом: } U_{\partial} = 20 + \frac{(50 \cdot 10^{-3})}{1,6^{0,5} \cdot 230} \pm 1 = (19 \div 21) \text{ В.}$$

Выбираем $U_{\partial}=19 \text{ В.}$

Зная величину сварочного тока, напряжение дуги и диаметр проволоки, определим коэффициент провара

$$\psi_{np} = K' (19 - 0,01 I_{св}) \cdot d_3 \cdot U_{\partial} / I_{св}, \quad (3)$$

где, K' - коэффициент, который зависит от полярности и рода тока.

При плотности тока $j_3 \leq 115 \text{ А/мм}^2$

величину коэффициента K' можно определить по формуле (обратная полярность сварки)

$$K' = 0,367 \cdot j_3^{0,1925}, \quad (4)$$

В этом случае: $K' = 0,367 \cdot 115^{0,1925} = 0,915$.

Поэтому: $\psi_{np} = 0,915 \cdot (19 - 0,01 \cdot 230) \cdot 1,6 \cdot 19 / 230 = 2,02$.

При известной глубине провара и коэффициенте формы провара, определяем ширину шва

$$e = \psi_{np} \cdot H = 2,02 \cdot 4 = 8,08 \text{ мм} \quad (5)$$

Рассчитанная ширина шва соответствует ГОСТ14771-76 .

Задаваясь оптимальной формой выпуклости, (коэффициентом формы) находим высоту валика. Значения ψ_e выбираем 7-10.

Численное значение коэффициента формы $\psi_e=7$

$$g = e / \psi_e, \quad (6)$$

$$\text{Значит } g = \frac{8,08}{7} = 1,154 \text{ мм}.$$

Определить площадь сечения металла можно по формуле

$$F_n = 0,73 \cdot e \cdot g, \quad (7)$$

$$F_n = 0,73 \cdot 8,08 \cdot 1,154 = 6,807 \text{ мм}^2.$$

Определим скорость сварки по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (8)$$

где, γ – плотность наплавляемого металла $\gamma=7,9 \text{ г/см}^3$;

F_n – площадь наплавленного металла; $F_n=6,807 \text{ мм}^2$.

α_n – коэффициент наплавки. Его можно определить по формуле:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi) \quad (9)$$

где, ψ – коэффициент потерь, определяемый по формуле:

$$\psi = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j_3 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j_3^2, \quad (10)$$

где, j_3 – плотность тока; $j_3 = 115 \text{ А/мм}^2$.

Таким образом: $\psi = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 115 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 115^2 = 9,6\%$.

α_p – коэффициент расплавления проволоки, определяется по формуле:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l}{d_3^2}, \quad (11)$$

где, l – вылет электродной проволоки (согласно рекомендациям, предложенным в [2], он равен $l = 10-12 \text{ мм}$);

d_3 – диаметр электродной проволоки; $I_{св}$ – ток сварки.

Тогда коэффициент расплавления проволоки равен:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \sqrt{230} \cdot \frac{10}{1,6^2} \approx 9,234 \text{ г / А} \cdot \text{ч}.$$

Коэффициент наплавки:

$$\alpha_n = 9,234 \cdot (1 - 0,09234) = 8,381 \text{ г / А} \cdot \text{ч}.$$

Следовательно, скорость сварки равна:

$$V_{св} = \frac{8,381 \cdot 230}{3600 \cdot 7,9 \cdot 0,06807} = 10 \text{ м / ч}.$$

$$V_{св} = 10 \text{ м / ч}.$$

Определим скорость подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{н.э} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{F_{эл} \cdot \gamma}, \quad (12)$$

где, α_p – коэффициент расплавления проволоки; $\alpha_p = 9,27 \text{ г / А} \cdot \text{ч}$;

$F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электродной проволоки ($F_{эл} = 2 \text{ мм}^2$);

γ – плотность наплавляемого металла; $\gamma = 7,9 \text{ г / см}^3$.

$$\text{Таким образом: } V_{н.э} = \frac{9,234 \cdot 230}{0,02 \cdot 7,9} = 13440 \text{ см / ч}.$$

$$V_{н.э} = 134,4 \text{ м / ч}.$$

Погонную энергию определим по формуле:

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta_u}{V_{св}}, \quad (13)$$

где, $I_{св}$ – ток сварочный; U_d – напряжение; $V_{св}$ – скорость сварки;

$\eta_u = 0,8 \div 0,84$ – эффективный КПД.

$$q_n = \frac{230 \cdot 19 \cdot 0,84}{1} = 3671 \text{ Дж / см}.$$

Рассчитаем глубину провара по формуле:

$$H = (0,5 \div 0,7) \cdot r, \quad (14)$$

где, r вычисляется по формуле:

$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot q_n}{\pi \cdot c \cdot \gamma \cdot T_{пл}}}, \quad (15)$$

где, $c \cdot \gamma$ – объемная теплоемкость Дж/см³·град (для аустенитных сталей)

$$c \cdot \gamma = 4,7 \text{ Дж / см}^3 \cdot \text{град};$$

$$T_{пл} = 1425^\circ \text{C} \text{ – температура плавления.}$$

Подставляя значения переменных получим:

$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot 3671}{3,14 \cdot 2,71 \cdot 4,7 \cdot 1425}} = 0,36 \text{ см.}$$

$$\text{Тогда: } H = 0,7 \cdot 0,36 = 0,252 \text{ см} = 2,52 \text{ мм}.$$

После проделанных расчетов мы убедились в том что расчётные режимы сварки нам не подходят, так как мы не получили нужную глубину провара. Поэтому выбираем $I_{св}$ и $U_{св}$ из рекомендованных значений [4] и пересчитываем режим. Рекомендуемые режимы представлены в таблице 7.

Таблица 7- Режимы сварки

Тип соединения	Толщина материала, мм	Диаметр проволоки, мм	Режим сварки		
			Ток, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, л/мин
(С2)	4,0	1,6	180-250	23-26	7-9

Выбираем $I_{св}=240$ А и $U_{св}=26$ В

Пересчитаем основные параметры сварки:

$$j_{\text{э}} = \frac{240}{2} = 120 \text{ А/мм}$$

Зная сварочный ток, диаметр электрода и напряжение дуги, определяем коэффициент провара по формуле (5):

$$\psi_{np} = K' (19 - 0.01 I_{св}) \cdot d_{\text{э}} \cdot U_{\text{д}} / I_{св},$$

где, K' – коэффициент, зависящий от рода тока и его полярности. При $j_{\text{э}} \geq 120 \text{ А/мм}^2$

величина коэффициента K' остается неизменной (при сварке на обратной полярности):

$$K' = 0,92.$$

$$\text{Тогда: } \psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0.01 \cdot 240) \cdot 1,6 \cdot 26 / 240 = 2,65.$$

Зная глубину провара и коэффициент формы провара, определяют ширину шва по формуле (5):

$$e = \psi_{np} \cdot H = 2,65 \cdot 4 = 10,6 \text{ мм}.$$

Полученная ширина шва не соответствует ГОСТу

Задавшись оптимальным значением формы выпуклости, т.е. коэффициентом формы усиления ψ_{ϵ} находят высоту валика по формуле (8).

Значения ψ_{ϵ} выбирают в пределах 7-10.

Значения коэффициента формы усиления выбираем $\psi_{\epsilon} = 7$.

$$\text{Таким образом: } g = \frac{10,6}{7} = 1,514 \text{ мм}$$

При определении площади сечения наплавленного металла воспользуемся формулой (11):

$$F_n = 0,73 \cdot e \cdot g,$$

$$\text{Откуда: } F_n = 0,73 \cdot 10,6 \cdot 1,514 = 11,715 \text{ мм}^2,$$

Определим скорость сварки по формуле (12):

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n},$$

где, γ – плотность наплавляемого металла. $\gamma = 7,9 \text{ г/см}^3$;

F_n – площадь наплавленного металла; $F_n = 11,715 \text{ мм}^2$.

α_n – коэффициент наплавки. Его можно определить по формуле (9):

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi),$$

где, ψ – коэффициент потерь, определяемый по формуле (10):

$$\psi = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j_{\text{э}} - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j_{\text{э}}^2,$$

где, $j_{\text{э}}$ – плотность тока; $j_{\text{э}} = 120 \text{ А/мм}^2$.

$$\text{Таким образом: } \psi = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 120 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 120^2 = 10\%.$$

α_p – коэффициент расплавления проволоки, определяется по формуле (11):

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l}{d_{\text{э}}^2},$$

где, l – вылет электродной проволоки (согласно рекомендациям, предложенным в [2], он равен: $l = 10-12 \text{ мм}$);

$d_э$ - диаметр электродной проволоки; $I_{св}$ - ток сварки. Тогда коэффициент расплавления проволоки равен

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \sqrt{240} \cdot \frac{10}{1,6^2} = 9,238 \text{ г / А} \cdot \text{ч}$$

Коэффициент наплавки

$$\alpha_n = 9,238 \cdot (1 - 0,1) = 8,314 \text{ г / А} \cdot \text{ч}.$$

Следовательно, скорость сварки равна:

$$V_{св} = \frac{8,3 \cdot 240}{3600 \cdot 7,9 \cdot 0,11715} = 0,598 \text{ см / с}.$$

$$V_{св} \approx 21,5 \text{ м / ч}.$$

Определим скорость подачи электродной проволоки по формуле (12):

$$V_{п.э} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{F_{эл} \cdot \gamma},$$

где, α_p - коэффициент расплавления проволоки; $\alpha_p = 9,238 \text{ г / А} \cdot \text{ч}$;

$F_{эл}$ - площадь поперечного сечения электродной проволоки ($F_{эл} = 2 \text{ мм}^2$);

γ – плотность наплавляемого металла; $\gamma = 7,9 \text{ г / см}^3$.

$$\text{Таким образом: } V_{п.э} = \frac{9,238 \cdot 240}{0,02 \cdot 7,9} = 14100 \text{ см / ч},$$

$$V_{п.э} = 141 \text{ м / ч}.$$

Рассчитаем погонную энергию по формуле (13):

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta_u}{V_{св}},$$

где, $I_{св}$ - сварочный ток;

U_d - напряжение;

$V_{св}$ - скорость сварки;

$\eta_u = 0,8 \div 0,84$ – эффективный КПД.

$$q_n = \frac{240 \cdot 26 \cdot 0,84}{0,598} = 8765 \text{ Дж / см},$$

Рассчитаем глубину провара по формуле (14):

$$H = (0,5 \div 0,7) \cdot r,$$

где, r вычисляется по формуле (15):

$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot q_n}{\pi \cdot e \cdot c \cdot \gamma \cdot T_{пл}}},$$

где, $c \cdot \gamma$ - объемная теплоемкость Дж/см³·град (для аустенитных сталей

$c \cdot \gamma = 4,7$ Дж/см³·град);

$T_{пл} = 1425^{\circ}\text{C}$ – температура плавления.

Подставляя значения переменных получим:

$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot 8765}{3,14 \cdot 2,71 \cdot 4,7 \cdot 1425}} = 0,56 \text{ см.}$$

Тогда $H = 0,7 \cdot 0,56 = 0,392 \text{ см} \approx 4 \text{ мм}$.

Было сварено контрольное сварное соединение, и проведен визуальный и измерительный контроль шва. В итоге, с помощью данных режимов получили нужную глубину провара, но ширина шва не значительно отклонилась от значения регламентированных ГОСТ 14771-76. Данную сварную конструкцию можно использовать лишь только тогда, когда она пройдет производственные испытания, согласно нормативно-технической документацией, определяющие качество сварного соединения.

5 Порядок сборки и сварки

Подготовка заготовок под сварку заключается в резке, правке, отчистке, разметке, механической обработке с получением необходимых размеров [5]. Разметку осуществляют путём переноса натуральных размеров детали с чертежа на лист металла. При разметке заготовок необходимо учитывать укорочение их в процессе сварки. Поэтому нужно предусмотреть припуск из расчёта 0,1-0,2 мм на 1 м продольного шва.

Для резки листового металла, необходимого для изготовления деталей используют гильотинные ножницы НГ 6х2500 (рисунок 2),



Рисунок 2. Гильотинные ножницы НГ 6x2500

Правкой устраняют деформацию стали. Листовой металл в холодном состоянии правят на листоправильных вальцах. Если металл сильно деформирован, то его правят в горячем состоянии.

Для того, чтобы изготовить сварные конструкции высокого качества нужна правильная установка частей деталей изделия, то есть их нужно правильно установить и закрепить. Положение деталей при сборке можно при помощи приспособлений либо установочных элементов или других смежных деталей. Детали можно закрепить при помощи зажимных элементов или сборочных приспособлений. Размещать собираемые детали в нужно производить по правилам базирования. Любое твердое тело в пространстве имеет шесть степеней свободы, то есть тело может перемещаться вдоль трех перпендикулярных осей и может вращаться вокруг этих осей. Чтобы твердое было закреплено неподвижно, необходимо чтобы у него не было ни одного из этих шести степеней, то есть тело надо прижать к шести точкам.

Все элементы детали, которые определяют её положение при сборке, называемыми технологическими базами, этим элементам соответствуют установочные приспособления.

Необходимо учитывать кроме того, условия и серийность производства, оптимальный расход металла, экономичность проектирования и производство приспособлений.

Исходя из этих требований, которые были разобраны в работе экономически целесообразнее применять ручные зажимные устройства в приспособлениях для сборки и сварки, ФЮРА.4810.006.ВО. Они имеют регулируемую силу зажима, просты по конструкции и в эксплуатации. В качестве прижимного устройства в приспособлении для сборки и сварки продольных швов используют пневмошланги. Давление в пневмошлангах выбирают исходя из паспортных данных приспособления и толщины прижимаемого металла. Количество пневмошлангов равно двум. В цепь включается пневморедуктор, для экономии энергозатрат на сжатый воздух.

Если надежно прижать свариваемые кромки к подкладке, то в этом случае можно производить одностороннюю сварку не используя прихватки. Когда производится сборка и сварка прямолинейных швов, то в этом случае между листами равномерно и плотно прижать кромки к подкладке можно при помощи зажимных приспособлений клавишного типа. Сила прижатия составляет 300–700 ньютонов на 1 сантиметр длины шва и создается при помощи пневматического устройства. Прижатие свариваемых кромок производят для каждого листа отдельно, при помощи набора клавиш, укрепленных на балках. На клавиши давление передается при помощи пневмошлангов и регулируется при помощи редуктора. Перед сваркой, как правило, задача правильной сборки конструкции, то есть необходимо установить и зафиксировать детали в предусмотренном проектом пространственном положении. Сборка является одной из сложных и трудоемких операций. Должна обеспечиваться качественная сварка конструкции. Необходимо выдерживать заданный зазор между деталями,

детали нужно установить в проектное положение и затем их нужно закрепить так, чтобы взаиморасположение этих деталей не нарушилось во время сварки, кантовки и транспортировки. К месту сварки должен быть свободный доступ. А также для защиты металла шва и обеспечения формирования обратной стороны сварного соединения необходимо организовать поддув аргона. В используемом приспособлении применяется подкладная пластина, конструкция которой позволяет защитить обратную сторону сварного соединения.

Это во многом определяет и различную технологию при сварке, которая направлена на получение соединения с нужными свойствами, которые определяются составом металла и его структурой. Если у данной стали удельное сопротивление будет в 1,5 раза выше по сравнению с углеродистыми сталями, то будет происходить более интенсивный нагрев сварочной проволоки. При механизированной сварке в среде защитных газов следует уменьшить вылет электрода и повысить скорость его подачи. Во время сварки стойких к коррозии сталей разными способами для предупреждения МКК не следует допускать увеличения в металле шва углерода за счет загрязнений им сварочных материалов (графитовая смазка проволоки, грязь, ржавчина), когда металл сварного соединения длительно и многократно находился при критических температурах. Всегда нужно отдавать предпочтение автоматической и полуавтоматической сварке, поскольку при таких видах сварки можно выполнить непрерывный длинный шов с одной установки, можно свести к минимуму опасность вызвать коррозию тех участков шва, где производилось повторное зажигание дуги, что вызывает нежелательное воздействие высокой температурой на металл шва. По этой причине односторонние односторонние швы предпочтительнее двусторонних. Нежелательно по этой же причине использование прихваток. В кондукторах необходимо производить сборку листов. Следует принимать необходимые меры против того, чтобы брызги присадочного металла либо металлической ванны попадали на основной металл. Потому что брызги —

это потенциальные очаги межкристаллитной коррозии и коррозионного растрескивания или возникновения межкристаллитных трещин в месте приварки в основном металле. Коррозионная стойкость аустенитных сталей во многом определяется в каком состоянии находятся их поверхности. Стали полированные обладают более стойкостью против коррозии жидкостной. Шов с поверхностью гладкой мелкочешуйчатой превосходит по коррозионной стойкости шов, который имеет неровную и грубую поверхность. В этом заключается еще одно преимущество механизированной сварки. Запрещается повреждать шов и поверхность свариваемого листа. Категорически запрещается зажигать дугу на литых и готовом сварном соединении. Особое внимание должно быть уделено качеству крепления сварочного кабеля к изделию. При плохом контакте между кабелем и изделием аустенитная сталь подгорает, подплавляется. В этих местах, нередко обогащенных железом или медью, неизбежно возникают очаги коррозии.

С учетом вышеизложенных рекомендаций по сварке аустенитных сталей, разрабатывается технологическая карта с соблюдением следующих требований:

- необходимо следить, чтобы во время сварки не было повреждения поверхности швов и основного металла;
- возбуждение дуги надо производить только на сварном валике или на поверхности кромок;
- необходимо контролировать надежность контакта в месте подвода тока к изделию, так как при недостаточном контакте поверхность стали оплавляется и может служить коррозионным разрушением;
- не допускать перегрева, для чего сварку необходимо вести на минимальных токах и максимальных в скоростях, сварные швы надо вести обратноступенчатым способом;

Подробное описание технологического процесса сборки и сварки листов представлено в комплекте технологических документов в приложении (ФЮРА02612.006).

6 Обеспечение качества выпускаемой продукции

Контроль качества произведённой продукции определяется проверкой соответствия между показателями качества продукции и показателями установленных требований [3].

Приемочный контроль сварных соединений и сборочных единиц надо выполнять после окончания технологических операций, которые связанных с термической обработкой, наклепом и деформированием металла.

Этапы организации контроля на участке сборки-сварки включают в себя три стадии:

На стадии проекта контролировать документацию:

- выбор конструкции и технологии ее сборки и сварки;
- выбор основного металла, выбор методов контроля.

Контроль конструктивных и технологических факторов:

- проверять подготовку производства;
- проверять условия, качества и точность заготовки изделий;
- производить проверку подготовки и хранения всех исходных материалов;
- проверять режимы сварки, аппаратуры.

Контроль продукции.

В зависимости от ответственности сварных соединений применяют различные методы контроля качества. Для его контроля применяется несколько методов контроля: визуальный контроль, радиографический контроль, испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии, стилоскопирование, гидроиспытания.

В процессе изготовления проводится контроль качества по всем стадиям изготовления.

Основной металл проверяется на наличие деформаций, ржавчины и загрязнений.

Сварочную проволоку необходимо проверить на чистоту поверхности, проверить наличие покрытий, которые нежелательны для процесса сварки, проверить наличие закатов и расслоений на ее поверхности. Затем необходимо произвести пробную сварку для того, чтобы установить качество проволоки, и контрольного сварного соединения.

Качество защитного газа необходимо проверить путем сварки контрольного сварного соединения.

Технический уровень, надежность и состояние оборудования поддерживаются в заданных пределах. Соблюдается график технического обслуживания оборудования.

Свариваемые заготовки проверяются на правильность их общей формы, размеров и геометрии свариваемых кромок.

Режимы сварки контролируются с целью соблюдения параметров процесса.

Периодически проводится аттестация рабочих, выполняющих все виды работ, связанных с изготовлением изделия.

Качество сварных швов (двух листов) проверяется внешним осмотром, который служит для определения наружных дефектов в сварных швах. Размеры сварного шва и дефекты участков определяются измерительным инструментом и специальными шаблонами, в объеме 100%, оценка качества выполняется в соответствии с требованиями НТД на объект, указанных в комплекте технологических документов.

Радиографический контроль (двух листов) производится с целью выявления в сварных соединениях внутренних дефектов и проводится в объеме 100%, оценка качества выполняется в соответствии с требованиями НТД на объект, указанных в комплекте технологических документов.

Контролировать сварные соединения физическими методами могут только специалисты, прошедшие теоретическую подготовку, обучение и аттестацию.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В31	Тебеньков Н.Н.

Школа	Неразрушающего контроля	Отделение	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Суть работы заключается в разработке и исследовании технологии сборки и сварки листов обечайки обеспечивающие качественную сборку и сварку конструкции.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Использованная система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Определение потенциального потребителя результатов исследования, оценка сравнительной эффективности проекта, SWOT-анализ</i>
2. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын Владислав Владимирович	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В3	Тебеньков Н.Н.		

7. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

7.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Цель исследования в рамках проекта: Разработать технологию сборки и сварки листов из стали марки 08X18H10T с геометрическими размерами 4х1000х2000 мм.

Обечайка из стали марки 08X18H10T является главным конструктивным элементом при изготовлении цилиндрических цистерн. Следовательно, разработка технологии качественной сварки и сборки обечайки имеет особую актуальность. Целью разработки технологии сборки и сварки обечайки из стали марки 08X18H10T является качество, долговечность, безопасность, экологичность.

Рассмотрим конкурентную среду. Критериями сегментирования для предприятия являются отрасль и размер предприятия.

Таблица 8- Карта сегментирования рынка по изготовлению цистерн и резервуаров

Размер	Отрасль потребления		
	НефтеХимическая	Транспортная	Пищевая
Крупные	НПО «Спецнефтемаш»	НПО «Спецнефтемаш»	
Средние		Компания «Сталь Партнер»	
Мелкие			Компания «Сталь Партнер»

На рынке изготовления обечаек для цистерн из стали марки 08X18H10T имеются следующие конкуренты:

- Компания «Сталь Партнер», которая изготавливает железнодорожные цистерны и автоцистерны, а также производство емкостей для пищевой промышленности;

- НПО «Спецнефтемаш» изготавливает цистерны и резервуары для хранения и транспортировки нефтяных и химических продуктов

Указанные предприятия - конкуренты имеют определенную долю рынка по производству обечаек для изготовления цистерн из стали марки 08X18H10T.

С целью определения перспективы и эффективности технологии сборки и сварки листов из стали марки 08X18H10T с геометрическими размерами 4х1000х2000 мм.

7.2. Анализ конкурентных технических решений

Динамичное состояние рынков и высокая конкуренция побуждают к постоянному детальному анализу разработок и технологий производства обечаек из стали марки 08X18H10T. Его основная цель повысить конкурентоспособность технологии путем внесения коррективов в технологический процесс изготовления. Необходимо объективно оценить возможности конкурентов. Для этого необходима информация о следующем:

- характеристика проекта с точки зрения технологического процесса;
- преимущество перед конкурентными разработками;
- уровень завершенности научного исследования проекта;
- стоимость реализации проекта;
- степень продвижения на рынке;
- финансовые возможности конкурентов, прогнозы.

Анализ конкурентных технических решений для целей ресурсоэффективности дает возможность провести сравнительную оценку эффективности проектной технологии и определить направления для ее последующего улучшения.

Таблица 9 - Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1) Точность и прочность сварного шва	0,1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
2) Скорость сварки	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
3) Экономия энергоресурсов	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
4) Простота эксплуатации	0,05	3	4	2	0,15	0,2	0,1
5) Безопасность эксплуатации	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
6) Универсальность	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
7) Экологичность	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
8) Производительность	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
9) Надежность	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
Итого по техническим критериям		38	37	29	3,2	3,05	2,45
Экономические критерии оценки эффективности							
1) Конкурентоспособность	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
2) Цена	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
3) Длительность использования	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
4) Гарантийное обслуживание	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
Итого по экономическим критериям		15	18	16	0,9	1,1	1
ВСЕГО	1	53	55	45	4,1	4,15	3,45

Рассчитанные данные свидетельствуют, что технология сборки и сварки обечайки из стали марки 08X18H10T достаточно эффективна по техническим критериям, при этом недостаточно эффективна по экономическим критериям.

Преимуществом аргоновой сварки листа из стали марки 08X18H10T в является надежная изоляция от окружающей среды, повышение качества и

отсутствие нарушений кристаллической решетки в соединенной поверхности, а также показательная тепловая мощность дугового разряда, что положительно сказывается на качестве и скорости сварки.

При этом предприятие уступает конкурентам, уже занявшим рыночную нишу и имеющим наработанную базу заказчиков.

Для продвижения продукции на рынок предприятию необходимо продумать рекламные и маркетинговые ходы.

7.3 Технология QuaD

Технология QuaD позволяет дать оценку ценности разрабатываемого проекта путем определения таких показателей как конкурентоспособность и эффективность. Большое значение данная технология имеет в маркетинге, поскольку дает точные и достоверные результаты.

Количественные оценки, на которых базируется технология QuaD, направлены на получение объективной информации о перспективах новой технологии или разработки, и для принятия управленческого решения по дальнейшему продвижению проекта на рынок.

Количественные показатели формируют оценку эффективности проекта в целом.

Таблица 10 - Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Показатели оценки качества разработки					
1) Точность и прочность сварного шва	0,1	100	100	1	0,1
2) Скорость сварки	0,1	80	100	0,8	0,08
3) Экономия энергоресурсов	0,1	80	100	0,8	0,08
4) Простота эксплуатации	0,05	70	100	0,7	0,035

Продолжение таблицы 10

5) Безопасность эксплуатации	0,1	100	100	1	0,1
6) Универсальность	0,1	80	100	0,8	0,08
7) Экологичность	0,05	100	100	1	0,05
8) Производительность	0,1	80	100	0,8	0,08
9) Надежность	0,05	80	100	0,8	0,04
Итого по оценке качества разработки	0,75				0,645
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1) Конкурентоспособность	0,05	60	100	0,6	0,03
2) Цена	0,1	60	100	0,6	0,06
3) Длительность использования	0,05	100	100	1	0,05
4) Гарантийное обслуживание	0,05	80	100	0,8	0,04
Итого по экономическим критериям	0,25				0,18
ВСЕГО	1				0,825

Значение $P_{ср} = 82.5$ Данное значение находится в диапазоне от 80 до 100, что свидетельствует о перспективности технологии сварки листа из стали марки 08X18H10T.

7.4. SWOT-анализ

SWOT анализ – это метод первичной оценки текущей ситуации основанный на ее анализе со следующих сторон:

- сильные стороны;
- слабые стороны;
- возможности;
- угрозы.

Сильные и слабые стороны – это наша внутренняя среда, то что мы уже имеем на текущий момент времени. Возможности и угрозы – это факторы

внешней среды, они могут произойти, а могут и нет, это зависит в том числе и от наших действий и решений.

Таблица 11 - Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны разработки</p> <p>С1. Заявленная экономичность и перспективность технологии.</p> <p>С2. Экологичность технологии.</p> <p>С3. Новые разработки и совершенствование оборудования для сварки</p> <p>С4. Высокое качество продукции и безопасность эксплуатации</p>	<p>Слабые стороны разработки:</p> <p>Сл1. Отсутствие высококвалифицированных специалистов аргоновой сварки</p> <p>Сл2. Необходимость в приобретении оборудования и сварочных материалах.</p> <p>Сл3. Необходимость проведение УЗК сварного шва</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Наличие множества альтернативных технологий производства</p> <p>В3. Географическое расширение рынка сбыта нового продукта</p> <p>В4. Использование технологии в промышленных масштабах</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Конкуренция имеющихся технологий производства</p> <p>У3. Отсутствие финансовых возможностей для развития технологии</p>		

На втором этапе выявим соответствие сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Таблица 12 - Интерактивная матрица проекта (возможности и сильные стороны проекта)

		С1	С2	С3	С4
Возможности проекта	В1	+	0	+	+
	В2	+	+	+	+
	В3	+	—	—	+
	В4	+	+	+	+

Коррелирующие сильные стороны и возможности следующего вида: B1C1C3C4; B2C1C2C3C4, B4C1C2C3C4. В данном случае три возможности сильно коррелируют с одними и теми же сильными сторонами, с большой вероятностью можно говорить об их единой природе.

Таблица 13 - Интерактивная матрица проекта (возможности и слабые стороны проекта)

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	0	–	–
	B2	+	+	–
	B3	–	–	–
	B4	+	+	0

Вывод по таблице 13: коррелирующие слабых сторон и возможностей проекта - B2Сл1СЛ2, B4Сл1СЛ2.

Таблица 14 - Интерактивная матрица проекта (угрозы и сильные стороны проекта)

Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	–	–	0	+
	У2	+	+	+	+
	У3	0	–	+	+

Вывод по таблице 14: коррелирующие сильных сторон и угроз проекта, У2С1С2С3С4, У3С3С4.

Таблица 15 - Интерактивная матрица проекта (угрозы и слабые стороны проекта)

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	–	–	–

Продолжение таблицы 15

	У2	+	+	+
	У3	+	+	–

Вывод по таблице 15: коррелирующие слабых сторон и угроз проекта – У2Сл1СЛ2Сл3, У3Сл1Сл2

В рамках третьего этапа составим итоговую матрицу SWOT- анализа (таблица 16)

Таблица 16 - SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Заявленная экономичность и перспективность технологии.</p> <p>С2. Экологичность технологии.</p> <p>С3. Новые разработки и совершенствование оборудования для сварки</p> <p>С4. Высокое качество продукции и безопасность эксплуатации</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие высококвалифицированных специалистов аргоновой сварки</p> <p>Сл2. Необходимость в приобретении оборудования и сварочных материалов.</p> <p>Сл3.Необходимость проведение УЗК сварного шва</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Развитая конкуренция технологий производства</p> <p>В3. Географическое расширение рынка сбыта нового продукта</p> <p>В4. Использование разработки в промышленных масштабах</p>	<p>Технология сварки листа из стали марки 08Х18Н10Т в аргоновой среде экологична, высококачественная и безопасна. Использование разработки в промышленных масштабах при наличии развитой конкуренции позволит удовлетворить потребности рынка</p>	<p>Несмотря на достоинства разработки и на наличие возможностей ее реализации, рынок предоставляет большое количество альтернативных разработок. Поэтому на первый план выходит ресурсоэффективность.</p>

Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Конкуренция имеющихся технологий производства У3. Отсутствие финансовых возможностей для развития технологии	Качество сварки листа из стали марки 08X18H10T в аргоновой среде увеличит конкурентоспособность продукции	Большие первоначальные финансовые затраты на обеспечение технологии производственными ресурсами
--	---	---

SWOT-анализ, проведенный выше определил слабые и стороны проекта, а также возможные угрозы, из-за которых проект может не реализоваться. Анализ выявил, что реальные угрозы для реализации проекта не выявлены, следовательно, проект полностью оправдан.

8. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

В предыдущем разделе были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход основан на исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Реализация метода предусматривает следующие этапы.

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.

Таблица 17 - Морфологическая матрица технологии сборки и сварки листа из стали марки 08X18H10T

	1	2	3
А. Вид обечайки	Цилиндрические	Конические	-
Б. Способ изготовления	Вальцевание холоднокатаным способом	Вальцевание с использованием сварной заготовки	Вальцевание с использованием несварной заготовки
В. Способ сварки	Ручная	Механизированная	Автоматическая
Г. Сварочное оборудование	ВДУ-506	Сварочный аппарат Kemppi 5200	<u>Сварочно-зачистная линия KMW A6PH-3828-2,0</u>
Д. Сварочные материалы	Электроды АНЖР	Проволока сварочная	Проволока сварочная
Е. Среда сварки	Безгазовая	Углекислота	Аргон

9 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика

Чтобы составить ленточный график проведения проектных работ (на основе диаграммы Ганта), сначала следует составить таблицу временных показателей проведения проектной работы.

Для удобства построения такого графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} k_{\text{кал}}, \quad (1)$$

где T_{ki} - продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} - продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{кал}}$ - количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ - количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ - количество праздничных дней в году.

Согласно производственному календарю на 2018 год:

- количество календарных дней – 365;
- количество рабочих дней – 247;
- количество выходных и праздничных дней – 118.

Далее определим коэффициент календарности: $k_{\text{кал}} = \frac{365}{247 - 118} = 1,47$.

Таким образом, получаем таблицу временных показателей проведения работы (таблица 18).










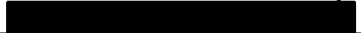




Таблица 18 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{\min} , чел-дни	t_{\max} , чел-дни	$t_{ож\bar{i}}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	2	3	2,2	Руководитель	2,2	3
Выдача задания на тему	1	2	1,3	Руководитель	1,3	2
Постановка задачи	1	2	2,2	Руководитель	2,2	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки	3	5	3,2	Руководитель, Студент	3,2	5
Поиск и изучение материалов по теме	20	30	23	Студент	23	34
Анализ существующего опыта	4	7	5,8	Студент	5,8	9
Подбор нормативных документов	4	7	5,2	Студент	5,2	8
Согласование полученных данных с руководителем	1	2	1,8	Руководитель, Студент	1,8	3
Разработка системы	20	30	25	Студент	25	37
Оценка эффективности полученных результатов	3	5	3,5	Студент	3,5	5
Работа над выводом	1	2	1,5	Студент	1,5	2
Составление пояснительной записки	2	3	3,6	Студент	3,6	5

Таким образом, общая длительность работ в календарных днях (руководителя – 8 дн., студента – 100 дн., совместной работы – 8 дн.) равна 116 дн.

На основании таблицы 18 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 19).

Таблица 19 - Календарный план-график проведения ИРС по теме технология сборки и сварки листа из стали марки 08X18H10T.

№ Работ	Вид работ	Исполни тели	Т _{к_и} кал. дн.	Продолжительность выполнения работ								
				март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3									
2	Выдача задания на тему	Руководитель	2									
3	Постановка задачи	Руководитель	3									
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель, Студент	5									
5	Поиск и изучение материалов	Студент	34									
6	Анализ существующего опыта	Студент	9									
7	Подбор нормативных документов	Студент	8									
8	Согласование полученных данных	Руководитель, Студент	3									
9	Разработка системы	Студент	37									
10	Оценка результатов	Студент	5									
12	Работа над выводом	Студент	2									
13	Составление пояснительной записки	Студент	5									
 – студент;  – руководитель.												

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В31	Тебенькову Н.Н.

Школа	Неразрушающего контроля	отделение	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 "Машиностроение"

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Сварочный полуавтомат инвенторного типа для дуговой сварки, гильятинные ножницы для резки листов, стенд для позиционирования листов. Производственный цех.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов 1.2. Анализ выявленных опасных факторов	- Анализ вредных и опасных факторов которые могут возникнуть при внедрении разработки в производство. - Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция. - Защита от поражения электрическим током. - Производственный шум. - Освещение. - Ультрафиолетовое излучение.
2. Экологическая безопасность	Воздействие на литосферу посредством образования бытовых отходов и металлолома, которые систематически убираются..
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Возможные чрезвычайные ситуации являются: ситуации техногенного и природного характера.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В31	Тебеньков Н.Н.		

10 Социальная ответственность

Выполнение работ по сборке и сварке листов происходит на отведенном участке в производственном цехе. Изготовление листов выполняется полуавтоматической сваркой в смеси аргона. При сборке и сварке листов из аустенитной стали применяются заготовительные операции, сборочно-сварочные, контроль качества изделия.

Для выполнения работ по сборки и сварки листов на сварочно-сборочном участке используется следующее оборудование:

Ножницы гильотинные НГ6х25000	1 шт;
Сварочный инвертор FastMigSynergic KMS 300	1 шт;
Стенд для сварки продольных швов	1 шт.

Площадь отведенного участка в производственном цеху для сварки и сборки листов составляет 180,5 м²

10.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении разработки в производство

Общие требования безопасности при проведении сварочных работ регламентируются стандартом ГОСТ 12.3.003-86 "Работы электросварочные. Требования безопасности".

Изготовление листов выполняется полуавтоматической сваркой в смеси аргона. При выполнении сварочных работ в процессе изготовления листов возникают опасные и вредные факторы, идентификации которых производим в соответствии ГОСТ 12.0.003-2015 "Опасные и вредные производственные факторы. Классификация". При этом в соответствии указанным стандартом выделяются следующие факторы:

- физические;
- химические;
- психофизиологические.

К физическим факторам при выполнении сварочных работ в процессе изготовления относим:

1. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, который может привести к поражению организма человека электрическим током. Проходя через тело человека электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое действия.

2. Брызги и выбросы расплавленного металла, которые, попадая на незащищенные участки кожи человека вызывают ее термические ожоги различной степени тяжести

3. Травмы различного рода, связанные с работой подъемно-транспортного оборудования при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, транспортировки тяжелых деталей.

4. Возможность возникновения пожаров и взрывов при выполнении сварочных работ, в результате неправильного обращения с магистралями со сжатым газом, либо при выполнении сварочных работ вблизи легко воспламеняющихся жидкостей и взрывоопасных веществ.

5. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, так как при сварки в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, которые содержат оксиды различных металлов (Mn; Sn; Ni; Cu; Ti и т.д.). Воздействие на организм человека выделяющихся вредных веществ является причиной острых и хронических профессиональных заболеваний и отравлений.

6. Повышенный фон ультрафиолетового излучения сварочной дуги, который вызывает ожоги незащищенных участков кожи.

7. Повышенный уровень электромагнитного и электрического поля, источником возникновения которых являются сварочные оборудования (выпрямители, трансформаторы, сварочные кабели и т. д.

8. Повышенный уровень шума на рабочем месте, источником которого являются пневмоприводы, а также ручной и электрический инструмент. Шум вредно действует на организм человека, вызывает утомление человека,

снижает его психофизиологические реакции, что может явиться причиной различных травм.

9. Недостаточность освещения рабочей зоны, которая снижает нормальную производственную деятельность на участке. Недостаточная освещенность рабочей зоны сильно оказывает влияние на зрение человека, и свою очередь может быть причиной возникновения несчастных случаев (травм, ожогов) на участке.

К химическим факторам при изготовлении секции крайней относят:

- действие газа.

К психофизиологическим факторам относят:

- статические и динамические перегрузки при выполнении сварочных работ в процессе изготовления изделия;
- монотонность труда сварочных работ.

Идентифицированные опасные и вредные факторы, характерные для данных этапов работ представлены в таблице 20.

Таблица 20 - Опасные и вредные факторы при сборки и сварки листов из стали 08X18H10T.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Заготовительные работы			
1. Рубка заготовки на ножницах гильотинных 2.Зачистка кромок под сварку	1 Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении; 2 Превышение шума и вибрации; 3 Недостаток необходимого естественного и искусственного освещения;	1 Подвижные части производственного оборудования; 2 Острые кромки, на поверхностях заготовок, инструментов;	ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.003-2014 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 СанПиН 2.2.4.3359-16 СанПиН 2.2.4-548-96
Сварочные работы			
1. Сборка листов под сварку на стенде; 2. Сварка листов.	1Отклонение от показателей микроклимата в закрытом помещении; 2 Превышение уровней шума и вибрации; 3 Поступление в зону дыхания сварочных аэрозолей; 4 Недостаток необходимого естественного и искусственного освещения.	1 Острые кромки, на поверхностях заготовок, инструментов 2 Повышенная температура поверхностей оборудования, и материалов; 3 Яркость сварочной дуги, УФ- и ИК- радиация; 4 Газ аргон; 5 Баллоны, находящиеся под давлением; 6 Электрический ток.	ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.003-2014 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 СанПиН2.2.4.335916 СанПиН2.2.4-548-6 ГОСТР12.1.019-2009 ГОСТ12.01.00491 ПП РФ от 25.04.2012 N 390

10.2 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция

Микроклимат в производственном помещении и на рабочем месте оказывает существенное влияние на самочувствие работающего. Значительные колебания микроклимата могут приводить к перегреву или переохлаждению организма, что снижает производительность труда и влечет за собой заболевания и травматизм. Нормы производственного микроклимата, установлены системой стандартов безопасности труда СанПиН 2.2.4.548-96 «Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Важнейшими мероприятиями по нормализации микроклимата в производственных помещениях и в зонах рабочих мест являются: отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

В сварочных цехах на стационарных рабочих постах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует устанавливать местные отсосы.

В металлических шкафах для хранения баллонов со сжиженным газом должна быть предусмотрена естественная вентиляция через верхние и нижние части помещений или шкафов.

Таблица 21 - Оптимальные и допустимые значения микроклимата для категории работ Пб:

Процессы	Влажность, %	Температура, Цельсия	Скорость, м/с
Оптимальные:			
Холодный	60-40	17-19	не более 0,2
Теплый	60-40	19-21	не более 0,2
Допустимые			
Холодный	15-75	15-22	не более 0,5
Теплый	15-75	16-27	не более 0,5

При наличии теплового облучения работающих, температура воздуха на рабочих местах для категории работ Пб не должна превышать 21°C.

Количество вредных веществ, локализуемых местными отсосами, составляет для вытяжных шкафов не более 90%, а для местных отсосов

других видов не более 75%. Оставшиеся количество вредных веществ (10-20%) должно разбавляться до ПДК с помощью общеобменной вентиляции.

Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 22 согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Таблица 22 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые выделяются в воздухе при сварке металлов

Название	Вещество ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³
Твердая составляющая сварочного аэрозоля	
Марганец (при его содержании в сварочном аэрозоле до 20%)	0,2
Железа оксид	6,0
Кремний диоксид	1,0
Хром (III) оксид	1,0
Хром (VI) оксид	0,01
Газовая составляющая сварочного аэрозоля	
Азот диоксид	2,0
Марганец оксид	0,3
Озон	0,1
Углерода оксид	20,0
Фтористый водород	0,5/1,0

Очистка воздуха от аэрозолей осуществляется с помощью специального оборудования различных конструкций в зависимости от размеров частиц пыли: грубая очистка (10 ... 50 мкм), среднее (более 1 мкм) и тонкие (менее 1 мкм). Для улавливания сварочных аэрозолей в системах вентиляции и фильтровентиляционных агрегатах применяются электростатические, тканевые, бумажные и комбинированные фильтры.

В системе приточно-вытяжной вентиляции воздуха предоставляется в помещение приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной, работающими одновременно. Место для забора свежего воздуха выбирается с учетом преобладающего направления ветра, вдали от мест загрязнений

10.3 Защита от поражения электрическим током

Несмотря на сравнительно низкое напряжение источников сварочного тока при электродуговой сварке, возможно поражение работающих электрическим током. При этом поражение может быть даже смертельным. В связи с этим при электродуговой сварке необходимо строго выполнять правила техники безопасности в отношении защиты от поражения электрическим током. Основные пункты этих правил следующие:

- сварочные провода на всей длине должны иметь надежную изоляцию. Их присоединение к контактным болтам клеммных досок источников сварочного тока необходимо производить с помощью наконечников;

- электрододержатель должен быть снабжен изолированной рукояткой. Место крепления сварочного провода к держателю также должно быть надежно изолировано. Особенно тщательно следует изолировать части электрододержателя при работе в труднодоступных, а также в сырых местах и при повышенной температуре окружающего воздуха;

- корпус мотора сварочной машины и кожух сварочного трансформатора должны быть подключены к общей сети заземления медным проводом сечением не менее 6 мм² или стальной шиной сечением не менее 12 мм². Кроме того, у сварочного трансформатора кожух должен быть соединен с магнитопроводом медной шиной сечением не менее 6 мм². Медная шина к магнитопроводу крепится пайкой мягким припоем. К кожуху трансформатора шина крепится болтом для заземления;

- электросварщик не должен самостоятельно производить присоединение сварочной установки к силовой сети, постановку плавких вставок на щите силовой сети, отключать сварочную установку от сети, а также производить ремонт подключенной к сети установки. Все эти работы должны выполняться электромонтерами с соблюдением общих электротехнических правил для силовых установок;

- спецодежда электросварщика должна быть сухой и исправной. Куртка, брюки, фартук и рукавицы должны быть из брезента или сукна. Ботинки или кожаные сапоги должны иметь кожаную подошву, прикрепленную деревянными гвоздями. Резиновые подошвы ботинок и сапог должны быть приклеены путем горячей вулканизации или клеем;

- во время работы электросварщик должен находиться на резиновом коврике, сухих деревянных досках, сухом асбесте или другой изоляционной подкладке;

- при работе в сухих помещениях лампы местного электрического освещения должны питаться током с напряжением не выше 36 В, а в сырых помещениях и закрытых сосудах не выше 12 В;

- при работах в сосудах, штольнях, коробках и других труднодоступных местах электросварщик должен иметь подручного. Подручный в случае поражения электросварщика током выключает сварочную установку и оказывает пострадавшему первую помощь;

- при сильном поражении электрическим током, когда пострадавший не подает признаков жизни, необходимо до прихода врача делать искусственное дыхание до тех пор, пока пострадавший не очнется. Для этого пострадавшего укладывают на спину, под лопатки подкладывают мягкий сверток так, чтобы голова была немного ниже туловища. Ворот, пояс должны быть расстегнуты, рот раскрыт, язык вытянут. При этом челюсти необходимо разжать куском дерева, деревянной рукояткой инструмента, куском текстолита. После этого оказывающий помощь становится со стороны головы пострадавшего берет руки около локтей, отводит их назад и в этом положении удерживает 2—3 секунды (вдох). Затем руки ведут к груди, прижимают к ней, выдерживают в этом положении 2—3 секунды (выдох), снова отводят назад, повторяя ритмично указанные движения.

Выполнение указанных выше пунктов правил техники безопасности позволяет предохранить работающих от поражения электрическим током. При сварочных работах необходимо всегда помнить, что напряжение в сварочной цепи (особенно при холостом ходе) опасно для жизни человека. Эта опасность возрастает в случае, когда кожа человека влажная или повреждена.

10.4 Производственный шум.

Производственный шум возникает в процессе работы механизмов, оборудования, инструментов (например: вентиляционных систем, станков, слесарных и сварочных работ).

Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

Нормируемые параметры шума и вибрации на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003–83 и СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

Допускается эквивалентный уровень шума на рабочих местах от 80 до 85 дБА при условии подтверждения приемлемого риска здоровью работающих по результатам проведения оценки профессионального риска здоровью работающих, а также выполнения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью работающих.

При работе в слесарно-сварочном цехе средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши и наушники. Эффективность индивидуальных средств защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения. Ушные вкладыши

вставляют в слуховой канал уха. Их изготавливают из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита и ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10...15 дБ.

Для защиты от шума предусмотрено:

В условиях повышенного шума рекомендуется применять наушники, которые обеспечивают более надежную защиту органов слуха. Использование активных трубчатых глушителей абсорбционного типа для облицовки звукопоглощающими материалами внутренней поверхности воздухопроводов. Установка однослойных ограждений из дюралюминия с слоем минераловатной плиты.

10.5 Недостаточное освещение

Сварщикам приходится выполнять операции, различающиеся по точности зрительной работы: разметку, сборку, чтение чертежей, сварку, контроль сварных соединений и др. Наличие источников повышенной яркости вызывает необходимость частой переадаптации зрения: каждый раз при переходе от вспомогательных операций, выполняемых без щитка, к сварке, выполняемой обязательно со щитком.

Создание высоких уровней освещенности мест сварки (порядка десятков тысяч люкс) с тем, чтобы все операции можно было выполнять со щитком, экономически не выгодно и практически сложно. Уровни освещенности для сварочных работ установлены в соответствии с действующими нормативными документами для люминесцентных ламп 150 лк, а для ламп накаливания 50 лк с учетом наличия в поле зрения самосветящихся элементов.

Характер технологических операций в сборочно-сварочных цехах (работа на нефиксированных местах) определяет целесообразность создания системы общего освещения, локализованного или равномерного общего использованием переносных светильников местного освещения. С учетом

возможности использования газоразрядных источников света целесообразно повысить уровни освещенности при электросварочных работах до 500 лк при общем и местном освещении и до 300 лк при одном общем освещении [10].

В переносных светильниках необходимо предусматривать ограничение прямой блескости. Под кранами должны быть повешены дополнительные светильники, компенсирующие затемнение рабочих мест. При сварке внутри емкостей следует использовать светильники направленного действия, расположенные снаружи, или ручные переносные светильники, имеющие защитную сетку (трансформатор должен быть установлен снаружи, его вторичная обмотка заземлена; не допускается применение автотрансформаторов).

Светильники, окна и световые фонари необходимо очищать по мере загрязнения (не реже одного раза в три месяца).

Окраску стен целесообразно выполнять специальными красками, обладающими высоким коэффициентом отражения для видимой части спектра и низким коэффициентом — для ультрафиолетовых лучей.

Правильно спроектированное освещение в производственных помещениях обеспечивает хорошую освещенность рабочей поверхности, а также рациональное направление света, при этом отсутствуют резкие тени и блики на поверхностях. Неправильное устройство освещения в производственных помещениях может затруднить работу, вследствие чего повышается утомляемость, снижается производительность труда, а также это может стать причинами травматизма и глазных заболеваний. Если светильники и проводки подобраны неправильно, то это может стать причиной пожара.

10.6 Ультрафиолетовое излучение (УФИ)

Горение сварочной дуги сопровождается излучением ослепительно ярких световых лучей и невидимых глазом УФ и ИК лучей. Спектр

излучения включает участок ИК волн (3430-760 нм), видимый участок (760-400 нм) и УФ участок (400-180 нм).

Видимые световые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологически переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи обладают главным образом тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги. При современных способах сварки тепловая радиация на рабочем месте может составлять 0,5-6 кал/см²*мин. Источниками тепловой радиация являются дуга и в меньшей степени нагретый металл.

Для защиты от излучения используются сварочные маски и щитки конструкция масок должна соответствовать ГОСТ 12.4.035-78и ТУ 3441-003-07515055-97. Система стандартов безопасности труда. Щитки защитные лицевые для электросварщиков.защита расстоянием –это удаление обслуживающего персонала от источников УФ- излучения на безопасную величину; экранирование рабочих мест - (укрытие) источников излучений с помощью различных материалов и светофильтров, не пропускающих или снижающих интенсивность излучений (используют противосолнечные экраны, жалюзи, оконные стекла со специальным покрытием, стекла «хамелеоны»); рациональное размещение рабочих мест

11 Экологическая безопасность.

Под экологической безопасностью понимают комплекс организационно-технических мер, направленных на обеспечение соответствия природоохранной деятельности предприятия нормативным требованиям. В свете повышения уровня экологической ответственности безопасность предприятия для окружающей среды и населения в известной степени определяет его конкурентоспособность.

На предприятии используются люминесцентные лампы, которые содержат в себе опасные для организма человека вещества. Поэтому данные лампы следует утилизировать на специализированные предприятия.

А также на предприятии скапливается бытовой мусор, который необходимо вывозить для утилизации. Для этого необходимо составлять договоры на вывоз бытового мусора.

Так как работать приходится с металлом, то необходимо сдавать остатки металла в металлолом. Из-за выделения вредных веществ при сварке, необходимо использовать вентиляцию. С ее помощью можно добиться рассеивания воздуха в помещении. Используется вентиляция, которая по коммуникациям будет выдувать воздух на улицу. Выбросы воздуха из-за малых концентраций вредных веществ специально не очищаются.

12 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Электросварщик и подсобный рабочий обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться. Применение инвентаря пожаротушения для других целей запрещается.

Во время работы нельзя допускать попадания искр расплавленного металла и выбрасывать электродные огарки на сгораемые конструкции и материалы. Для огарков необходимо иметь несгораемый ящик.

В помещениях, где производят сварку, запрещается хранить сгораемые и огнеопасные материалы. Если в помещении применяют (или ранее применяли) растворители и другие легкосгораемые воспламеняющиеся материалы, то сварку можно производить только с разрешения администрации и по согласованию с пожарной охраной.

На строительно-монтажной площадке опасными факторами пожара являются: открытый огонь (сварочная дуга, пламя газовой сварки и резки); искры и частицы расплавленного металла, которые возникают при электросварке и резке; повышенная температура изделий, которые подвергаются сварке и резке.

Травмы от пожаров могут возникнуть от воспламенения горючих материалов, находящихся вблизи мест производства сварочных и газорезательных работ, а также от неисправного состояния электрической проводки.

Причинами пожаров технического характера на строительно-монтажной площадке являются: неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки и большие переходные сопротивления); плохая подготовка оборудования к ремонту; несоблюдение графика планового ремонта; износ и коррозия оборудования и т. д. Причинами пожаров организационного характера являются: небрежное отношение с

открытыми источниками огня, неправильное хранение пожароопасных веществ; несоблюдение правил пожарной безопасности и т. д.

Согласно «Правилам пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ» предусматривается комплекс мероприятий по пожарной безопасности, обеспечивающих снижение опасности возникновения пожара и создание условий быстрой ликвидации пожара на строительно-монтажной площадке. Предусмотренные на строительно-монтажной площадке мероприятия, устраняющие причины возникновения пожаров, подразделяются на организационные, эксплуатационные, технические и режимные.

К организационным мероприятиям относятся: обучение рабочих сварщиков (резчиков) противопожарным правилам, проведение бесед, инструкций, организация добровольных дружин, пожарно-технических комиссий, издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности.

К эксплуатационным мероприятиям относятся; правильная эксплуатация, профилактические ремонты, осмотры и испытания сварочного оборудования и устройств и т. д.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных норм и правил при устройстве и установке сварочного оборудования, систем вентиляции, подвода электропроводки, защитного заземления, зануления и отключения.

К режимным мероприятиям относятся: запрещение курения в неустановленных местах, проведение сварочных и других огневых работ в пожароопасных местах.

Пожарную технику согласно ГОСТ 12.4-009—83*, предназначенную для защиты строительно-монтажных объектов, подразделяют на следующие группы, пожарные машины (автомобили, мотопомпы и прицепы); установки пожаротушения; установки пожарной сигнализации; огнетушители; пожарное оборудование; пожарный ручной инвентарь; пожарные спасательные устройства.

К ручным огнетушителям относятся пенные, углекислые, углекислотно-бромэтиловые и порошковые.

Огнетушитель химический пенный ОХП-5 предназначен для тушения пожаров химической пеной, которая образуется в результате воздействия щелочной и кислотной частей заряда.

Огнетушитель ручной углекислотный ОУ-2 предназначен для тушения очага горения различных веществ (за исключением тех, которые могут гореть без доступа воздуха) и электроустановок, находящихся под напряжением.

Для приведения в действие раструб огнетушителя направляют на очаг горения и поворачивают маховичок вентиля до упора.

Углекислотно-бромэтиловые огнетушители предназначены для тушения горячих твердых и жидких металлов, а также электроустановок, находящихся под напряжением.

Порошковые огнетушители предназначены для тушения небольших очагов загораний щелочных металлов, кремнийорганических соединений.

13 Правовые организационные вопросы обеспечения безопасности.

Лица, поступающие на работу, связанную с электросваркой, должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»

Согласно «Списка производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день», утвержденного постановлением Госкомтруда России. Электросварщикам при работе в помещении полагается дополнительный отпуск продолжительностью не менее 12 дней.

В помещении где проводятся слесарно-сварочные работы должна находиться аптечка первой медицинской помощи, огнетушитель, ящик с песком. Оно должно оборудоваться системой отопления в зимний период и охлаждения воздуха в летний период. Помещение должно иметь естественное и искусственное освещение, приточно-вытяжную вентиляцию.

Поверхность напольного покрытия в помещениях, где производятся сварочные работы должна быть ровной, без выбоин, не должна быть скользкой, обладать антистатическими свойствами. Материал пола на сварочном участке должен быть огнестойким. При окрашивании стен применяют краску светло-серого цвета, способную поглощать ультрафиолетовые лучи. В кабине предусматривают местную вентиляцию, воздухообмен которой на каждого рабочего должен составлять 40 куб. м/ч.

Расположение вентиляционного отсоса должно быть предусмотрено так, чтобы выделяемые при сварке газы сразу им всасывались, минуя попадание в дыхательные пути сварщика.

Проход между сварочным аппаратом и между установкой для автоматической сварки должен быть не менее 1,5 м; Расстояние между стационарным сварочным аппаратом и стеной или колонной должно

составлять не менее 0,5 м, а расстояние между стеной или колонной и сварочным автоматом - не менее 1 м.

Для отсоса газов и пыли от сварочной дуги располагать вытяжной зонтик над приспособлением для сварки защитной гильзы ротора недопустимо. При такой организации рабочего места поток поднимающихся газов и пыли частично проходит через зону дыхания сварщика. Рекомендуется применение гибкого рукава системы вентиляции.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы разработана технология сборки и сварки листов размером 2000x1000x4 мм из стали 08X18Н10Т.

Были выбраны сварочные материалы, рассчитаны параметры режима сварки, выбрано сварочное оборудование.

Проведен экономический анализ, который подтвердил целесообразность реализации проекта.

Проведен анализ вредных и опасных ситуаций на производстве. Предложены мероприятия по их предотвращению.

Список литературы

1. Еремин Е.Н. Свариваемость сталей: Учебное пособие. Омск: изд-во ОмГТУ, 2005.-160 с.
2. Акулов А. И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. – М.: Машиностроение, 1977, 432 с.
3. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.2/ Под ред. А.И Акулова. 1978. 462с., ил.
4. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.1/ Под ред. Н.А.Ольшанского. 1978. 504с., ил.
5. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.
6. Г.И. Лесков. Электрическая сварочная дуга. - М.: Машиностроение, 1970. - 335с.
7. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.
8. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.
9. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.
9. Охрана труда в машиностроении // Под ред. Е.Я. Юдина.- М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.
10. Грачёв, Николай Николаевич. Защита человека от опасных излучений / Н. Н. Грачёв, Л. О. Мырова. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 317 с.: ил. — Библиогр.: с. 316-317.
11. Корнилович, Олег Павлович. Техника безопасности при работе с инструментами и приспособлениями / О. П. Корнилович. — Москва:

Энергоатомиздат, 1992. — 93 с.: ил. — Библиотека электромонтера; Вып. 633. — Библиогр.: с. 94.

12. Журавлев В.Г. Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях. М.: Высшая школа, 1990. — 376 с.